

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-216409

(43)Date of publication of application : 15.08.1995

(51)Int.Cl.

B22F 3/14

C04B 35/64

(21)Application number : 06-034129

(71)Applicant : SUMITOMO COAL MINING CO LTD

(22)Date of filing : 07.02.1994

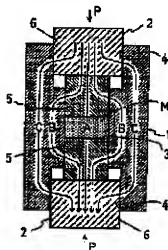
(72)Inventor : MATSUI SHIGERU
TOKITA MASAO
AKASHI TAMOTSU
TANI MASAHIITO

(54) ELECTRIC DISCHARGE PLASMA SINTERING METHOD AND DEVICE THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform an efficient sintering operation by eliminating the current concentration to the front end of a punch and averting overheating of the front end even if the punch is rapidly heated up by impressing a large current thereto.

CONSTITUTION: This device is constructed to have the front end 5 where the punch 2 is inserted into a material charging part 3 of a molding die 7 and a base part 6 which is larger in sectional area than the front end in the case of obtaining a sintered compact by pressuring and compressing a powder material M charged into a molding die 1 by means of the punch 2, then impressing the pulse current through the punch 2. The molding die 1 has the material charging part 3 and the end 4 to be fitted with the base part 6 of the punch 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.02.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2762225

[Date of registration] 27.03.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-216409

(43) 公開日 平成7年(1995)8月15日

(51) Int. Cl.⁴

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 2 2 F 3/14

C 0 4 B 35/64

B 2 2 F 3/14

1 0 1 A

C 0 4 B 35/64

E

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-34129

(22) 出願日 平成6年(1994)2月7日

(71) 出願人 000183381

住友炭鉱業株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番5号

(72) 発明者 松井 滋

神奈川県川崎市高津区坂戸3-2-1 住

友石炭鉱業株式会社内

(72) 発明者 鎌田 正雄

神奈川県川崎市高津区坂戸3-2-1 住

友石炭鉱業株式会社内

(72) 発明者 明石 保

北海道赤平市赤平594 住友炭鉱業株式
会社内

(74) 代理人 弁理士 福田 保夫

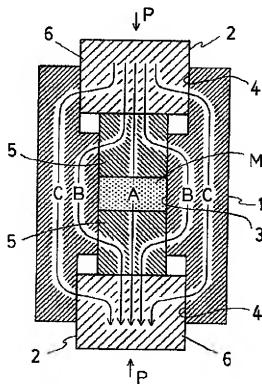
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電プラズマ焼結方法および装置

(57) 【要約】

【構成】 成形ダイ中に装入した粉末状材料をパンチで加圧して圧縮したのち、パンチを通してパルス電流を印加して焼結体を得る場合、パンチが成形ダイの材料装入部に挿入される先端部と先端部より断面積の大きい基部を具え、成形ダイが材料装入部とパンチの基部が嵌入する端部を具えた構造とする。

【効果】 大電流を印加して急速昇温した場合にもパンチ先端部への電流集中がなく先端部の過熱が回避される結果、効率良い焼結作業を行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 粉末状の材料を成形ダイ中に装入し、パンチで圧縮したのちパンチを通してパルス状電流を通电することにより焼結体を得る放電プラズマ焼結方法において、成形ダイの材料装入部に挿入される先端部と該先端部より断面積の大きい基部を有するパンチ、および材料装入部とパンチの基部が嵌入する端部を具えた成形ダイを使用して圧縮、通电することにより、パンチ先端部への電流集中を避けるようにしたことを特徴とする放電プラズマ焼結方法。

【請求項 2】 粉末状の材料を装入する成形ダイと、該成形ダイ中に挿入され材料を圧縮するとともに材料にパルス状電流を通电するパンチを有する放電プラズマ焼結装置において、パンチが成形ダイの材料装入部に挿入される先端部と該先端部より断面積の大きい基部を具え、成形ダイが材料装入部とパンチの基部が嵌入する端部を具えていることを特徴とする放電プラズマ焼結装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、放電プラズマ焼結方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 放電プラズマ焼結は、これまで焼結の難しかった材料、例えばウイスキーなどを含むセラミックス複合材料や繊維強化金属材料（FRM）などの焼結、高温焼結特性の損なわれ易いアモルファス材料や電子材料などの低温焼結を可能にするものとして注目されている。

【0003】 放電プラズマ焼結は、図 2 にその要部を示すように、真空容器（図示せず）内に設けられた焼結炉（図示せず）に成形ダイ 1 と成形ダイ 1 に挿入されるパンチ 2 を配設し、成形ダイ 1 内に粉末状の成形材料 M を装入してパンチ 1 に荷重 P として $5 \sim 20 \text{ T/cm}^2$ の圧縮応力を付加し、材料 M を上下から圧縮したのち、パンチ 1 を通じて材料 M にパルス状電流を通电することにより行われている。パルス電流を使用する理由は、各パルス毎に通電点が移動して全体的に均質な通電が可能となり、均質で緻密な焼結体を得られるためであり、通常パルスのピーク値とパルス幅を制御することにより材料温度の制御が行われる。（特開平 3-56604 号公報）

【0004】 図 2 に示す成形ダイとパンチを具えた従来の放電プラズマ焼結法においては、パンチ 1 を通じて材料 M に印加される（経路 A）パルス電流がパンチ 1 から成形ダイ 2 にも流れて（経路 B）成形ダイ 1 を発熱させ、成形ダイ 1 の発熱が材料 M を保温する役割を果たすが、急速昇温を行うために比較的大きな電流を印加した場合、電流がパンチに集中してパンチを過熱し、パンチの損耗を早め焼結作業にもトラブルを生ぜしめるという問題点がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、放電プラズマ焼結における上記従来の問題点を解消するためになされたものであり、大電流を印加した場合にもパンチを過熱することがなく急速昇温を可能として焼結作業効率を向上させることができる放電プラズマ焼結方法および装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するための本発明による放電プラズマ焼結方法は、粉末状の材料を成形ダイ中に装入し、パンチで圧縮したのちパンチを通してパルス状電流を通电することにより焼結体を得る放電プラズマ焼結方法において、成形ダイの材料装入部に挿入される先端部と該先端部より断面積の大きい基部を有するパンチ、および材料装入部とパンチの基部が嵌入する端部を具えた成形ダイを使用して圧縮、通电することにより、パンチ先端部への電流集中を避けるようにしたことを特徴とする。

【0007】 また、本発明による放電プラズマ焼結装置は、粉末状の材料を装入する成形ダイと、該成形ダイ中に挿入され材料を圧縮するとともに材料にパルス電流を通电するパンチを有する放電プラズマ焼結装置において、パンチが成形ダイの材料装入部に挿入される先端部と該先端部より断面積の大きい基部を具え、成形ダイが材料装入部とパンチの基部を嵌入する端部を具えていることを構成上の特徴とする。

【0008】 本発明の放電プラズマ焼結装置において、図 1 にその主要部を示すように、パンチ 2、2 の形状が、成形ダイ 1 の粉末状の材料 M の装入部 3 に挿入される先端部 5、5 と先端部 5、5 より断面積の大きい基部 6、6 の 2 段階に構成され、成形ダイ 1 が材料装入部 3 とパンチ 2 の基部 6、6 を嵌入する端部 4、4 から構成される。本発明においては、パンチ 2 の基部 6 と成形ダイ 1 の端部 4 との嵌合は重要であり、本発明の効果を達成するために精度により嵌合態を形成する必要がある。パンチ 1 および成形ダイ 2 かなる通電圧縮機構は、従来の装置と同様、焼結炉（図示せず）内に配設され、焼結炉は真空容器（図示せず）内に収められている。成形ダイおよびパンチはいずれも超硬金属、超硬合金、炭素系材料など導電性材料からなる。

【0009】 焼結作業は、成形ダイの内部に所定量の粉末状の材料を装入し、成形ダイおよびパンチを焼結炉内にセットし、真空容器を密封して真空ポンプで焼結炉内を真空状態とし、必要に応じて真空容器内に不活性雰囲気ガスを充填した後、パンチを動作させ成形ダイ内の材料を圧縮力 P（例えば $0.1 \sim 20 \text{ T/cm}^2$ ）で押圧して圧縮したのち、高密度に圧縮された材料にパンチを通して、例えば周期 $30 \sim 300 \text{ kHz}$ で $150 \sim 500 \text{ A/cm}^2$ のパルス電流を通电し、材料を例えば $500 \sim 2000^\circ \text{C}$ 程度に加熱し焼結を行う。

【0010】 本発明において、パンチ 2 は図 1 に示すよ

うに先端部5と基部6からなるが、先端部と基部とは一体のものであってもよく、別体のものを組合わせてよい。パンチおよびパンチが嵌入する成形ダイの材料装入部の断面は、一般には円形であるが、材料の焼結形状に応じて4角形その他の多角形とすることもできる。パンチの基部6の断面は先端部5の断面（通電断面）の1.2倍以上の面積を有するのが好ましく、さらに好ましくは、先端部に対して1.5倍以上の断面積を有する基部を具えたパンチを使用するのがよい。上限は2倍以下とするのが実際作業上便利である。

【0011】

【作用】本発明においては、上記の構成により、図1に示すように、材料Mにパンチ3を通してパルス電流を通電する場合、電流は、パンチ—材料—パンチの経路（経路A）で流れる他、パンチの端部—先端部—成形ダイ1の端部4とは精度良く嵌合しており、且つパンチの基部は先端部に比べて通電面積が大きく抵抗が減するため、経路Cには経路Bに比べてより大きい電流が流れるから、パンチ先端部への電流集中が避けられ、大電流を通電した場合にもパンチ先端部の過熱が抑制される。経路B、経路Cに流れる電流は成形ダイに装入される材料を保温する役割を果たす。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例を比較例と対比して説明する。

実施例1

炭素材からなる外径4.5mm、材料装入部の径2.0mm、長さ4.0mmの成形ダイと、同じく超硬合金WCからなり端部の直径を先端部の直径の1.5倍としたパンチを図1に示すように組合わせ、平均粒径3 μ mのステンレス鋼（SUS304）粉末とサブミクロンのジルコニア（ZrO₂）粉末を3：1に混合して成形ダイに充填*

*し、3T/cm²の加圧力で圧縮成形したのち、2000Aのパルス電流を通電して1200℃の温度に昇温し120秒間保持することにより、径2cm、高さ1cmの複合焼結材料を得た。この操作を連続して20回繰り返したが、パンチの先端部には全く損傷が認められなかった。

【0013】比較例1

炭素材からなる実施例1と同一形状、寸法の成形ダイと、大径の端部を有しない超硬合金製のパンチを図2に示すように組合わせ、実施例1と同一の材料を実施例1と同一の条件で放電プラズマ焼結し、径2cm、高さ1cmの複合材料を得た。この操作を10回繰り返したところ、パンチの過熱に起因してパンチ先端部に損耗が生じ、以後、所定形状、寸法の複合焼結材料の製造が困難となった。

【0014】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば、放電プラズマ焼結において、大電流を印加し急速に昇温して材料の加熱を行った場合にもパンチに電流が集中してパンチが過熱されて損耗することがないから、焼結作業効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

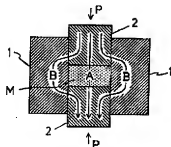
【図1】本発明における成形ダイとパンチの配列の主要部を示す断面図である。

【図2】従来の成形ダイとパンチの配列の主要部を示す断面図である。

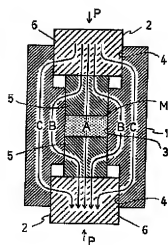
【符号の説明】

- 1 成形ダイ
- 2 パンチ
- 3 成形ダイの材料装入部
- 4 成形ダイの端部
- 5 パンチの先端部
- 6 パンチの基部
- M 材料

【図2】



【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 谷 雅人
 北海道赤平市赤平594 住友石炭鉱業株式
 会社内